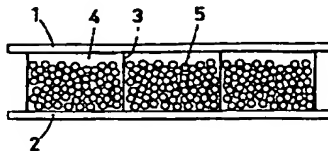

WPI

- TI - Lamination structure of sound absorption panel - has cells arranged between plates in which deformable elastic particles are accommodated
- AB - JP11217891 NOVELTY - The space between two opposingly located plates (1,2), is divided into several cells (4). The cells contain deformable elastic particles (5).
- USE - For sound absorption panel.
- ADVANTAGE - Sound absorption effect is high, as sound is absorbed over a wide frequency including low frequency range. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows sectional view of the sound absorption panel. (1,2) Plates; (4) Cells; (5) Deformable elastic particles.
- (Dwg.1/19)
- PN - JP11217891 A 19990810 DW199942 E04B1/86 011pp
- PR - JP19980019913 19980130
- PA - (MATW) MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
- DC - P73 P86 Q43
- IC - B32B1/06 ;E04B1/86 ;E04B1/98 ;G10K11/16 ;G10K11/162
- AN - 1999-502741 [42]

PAJ

- TI - DAMPING PANEL
- AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the function of a damping panel by enclosing powder and grain having an elastic deformability in the hysteresis under a specified condition into a plurality of cell spaces formed between two sheets of plates.
- SOLUTION: Elastic powder and grain 5 having an elastic deformability in the hysteresis made of rubber or the like having 100 μ m or smaller in the mean particle size are enclosed in a plurality of cell spaces 4 between two sheets of plates 1, 2 to form a damping panel. A void of at least 2% is formed in the enclosed space 4 of the powder and grain to prevent deterioration of the damping function resulting from restriction of the powder and grain. Further, the Young's modulus of the powder and grain is set lower than 10<5> N/m to absorb more vibration energy. Then, when the powder and grain of 5% or more are added to rigid powder and grain, the damping capacity increases compared with a single kind of rigid powder and grain. In this way, the vibration energy can be absorbed by the friction among the elastic powder and grain in a low frequency zone, by the friction and collision caused by the convection of the elastic powder and grain in a middle frequency zone, and by the jumping collision of the elastic powder and grain in a high frequency zone.
- PN - JP11217891 A 19990810
- PD - 1999-08-10
- ABD - 19991130
- ABV - 199913
- AP - JP19980019913 19980130
- PA - MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD
- IN - KOBAYASHI SUSUMU;OKUDAIRA YUZO;YAOI KENICHI;YANAGIDA TAKESHI
- I - E04B1/86 ;B32B1/06 ;E04B1/98 ;G10K11/16 ;G10K11/162



<First Page Image>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-217891

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
E 0 4 B	1/86	E 0 4 B	1/86 B
B 3 2 B	1/06	B 3 2 B	1/06
E 0 4 B	1/98	E 0 4 B	1/98 C
G 1 0 K	11/16	G 1 0 K	11/16 D
	11/162		A
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-19913

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月30日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 小林 晋

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 奥平 有三

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72) 発明者 矢追 健一

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 弁理士 安藤 淳二 (外1名)

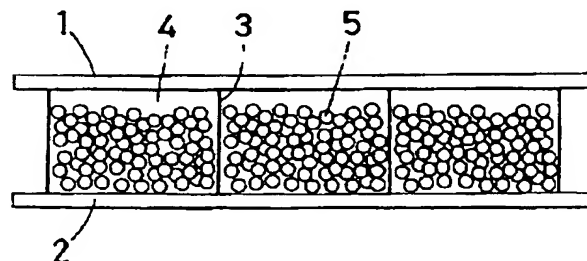
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制振パネル

(57) 【要約】

【課題】 低周波数帯域を含む幅広い周波数帯域において、制振・吸音の効果が高い制振パネルを提供すること。

【解決手段】 対向する2枚の板材1、2間の空間部を仕切って複数のセル空間4を形成し、このセル空間4にヒステリシスの弾性変形性を有する弾性粉粒体5を封入する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向する2枚の板材間の空間部を仕切って複数のセル空間を形成し、このセル空間にヒステリシスの弾性変形性を有する弾性粉粒体を封入してなることを特徴とする制振パネル。

【請求項2】 弾性粉粒体が封入されたセル空間内に少なくとも2%の空隙部を設けてなることを特徴とする請求項1記載の制振パネル。

【請求項3】 弾性粉粒体が 10^{-5} (N/m) よりも低いヤング率を具備してなることを特徴とする請求項1または2記載の制振パネル。

【請求項4】 セル空間に剛性粉粒体を混入してなることを特徴とする請求項1乃至3記載の制振パネル。

【請求項5】 セル空間に弾性粉粒体が少なくとも5%封入されていることを特徴とする請求項4記載の制振パネル。

【請求項6】 弾性粉粒体の平均粒径が $100(\mu\text{m})$ よりも小さいことを特徴とする請求項1乃至5記載の制振パネル。

【請求項7】 弾性粉粒体がゴム材料からなることを特徴とする請求項1乃至6記載の制振パネル。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、振動や音などを吸収する制振パネルに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、図18(a)、(b)に示すように、制振パネルとしては、金属基材と粘弾性板材1、2との積層構造を有するものが提案されている。(a)では、金属基材上に粘弾性板材1、2が積み重ねられおり、(b)では、対向する2枚の金属基材の間に粘弾性板材1、2が挟着されている。

【0003】 この制振パネルに振動エネルギーが加えられると、(a)では、粘弾性板材1、2の面方向の伸縮変形によって振動エネルギーが熱エネルギーとして消費されて振動が吸収され、(b)では、粘弾性板材1、2の上面部と下面部との伸縮方向の相異によるずり変形によって振動エネルギーが熱エネルギーとして消費されて振動が吸収される。

【0004】 また、図19(a)、(b)に示すように、空気中を伝搬する音波を吸収する吸音パネルとしては、繊維体や発泡体などの多孔質構造を有するものが提案されている。(a)は繊維体を示し、(b)は発泡体を示す。

【0005】 この吸音パネルの片面に音波が加えられると、この音波が多孔質の空隙を通過する際の摩擦、粘性抵抗、及び繊維又は発泡体の振動により、音のエネルギーが熱エネルギーとして消費されて音が吸収される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従

来の制振パネルでは、中・高周波数帯域においては制振・吸音の効果が高いが、騒音対策のニーズが非常に高い低周波数帯域での制振・吸音の効果が少ないという問題点がある。

【0007】 本発明は、上記事由に鑑みてなしたもので、その目的とするところは、低周波数帯域を含む幅広い周波数帯域において、制振・吸音の効果が高い制振パネルを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、対向する2枚の板材1、2間の空間部を仕切って複数のセル空間4を形成し、このセル空間4にヒステリシスの弾性変形性を有する弾性粉粒体5を封入してなることを特徴として構成している。

【0009】 このような制振パネルでは、周波数帯域の相異によって弾性粉粒体5の挙動が変化する。つまり、低周波数帯域においては、ガラスビーズのような比較的硬い粒子よりも弾性粉粒体5のほうが、弾性振動による弾性粉粒体5間の摩擦によって、振動エネルギーが熱エネルギーへ変換され、制振パネルの振動が吸収される。また、中周波数帯域においては、弾性粉粒体5が対流するため、弾性粉粒体5間の摩擦に加えて、弾性粉粒体5間の衝突によって振動エネルギーが運動エネルギーへ変換され、振動エネルギーの吸収が促進される。さらに、高周波数帯域においては、粉粒体が跳躍するため、弾性粉粒体5間の衝突によって振動エネルギーが運動エネルギーへ変換され、振動エネルギーの吸収が促進される。

【0010】 また、弾性粉粒体5は、ヒステリシスの弾性変形性を有するため、弾性粉粒体5の弾性変形によって、ヒステリシスのループ内面積に相当する吸収量で振動エネルギーが吸収・消費される。

【0011】 また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、弾性粉粒体5が封入されたセル空間4内に少なくとも2%の空隙部を設けてなることを特徴として構成している。

【0012】 このような制振パネルでは、セル空間4内の少なくとも2%の空隙部によって弾性粉粒体5が拘束されずに弾性振動や対流などの運動ができるため、弾性粉粒体5間の摩擦や衝突によって振動エネルギーが熱エネルギーや運動エネルギーへ変換され、振動エネルギーが吸収される。

【0013】 また、請求項3記載の発明は、請求項1または2記載の発明において、弾性粉粒体5が 10^{-5} (N/m) よりも低いヤング率を具備してなることを特徴として構成している。

【0014】 このような制振パネルでは、弾性粉粒体5のヤング率が 10^{-5} (N/m) よりも低いため、弾性粉粒体5間の摩擦によって振動エネルギーが熱エネルギーへ変換されるとともに、弾性粉粒体5の弾性変形によるヒステリシスのループ内面積がより大きくなり、より多くの

振動エネルギーが吸収・消費される。

【0015】また、請求項4記載の発明は、請求項1乃至3記載の発明において、セル空間4に剛性粉粒体6を混入してなることを特徴として構成している。

【0016】このような制振パネルでは、セル空間4に剛性粉粒体6を混入させても、弾性粉粒体5間の摩擦及び弾性粉粒体5のヒステリシスの弾性変形によって振動エネルギーが吸収される。

【0017】また、請求項5記載の発明は、請求項4記載の発明において、セル空間4に弾性粉粒体5が少なくとも5%封入されていることを特徴として構成している。

【0018】このような制振パネルでは、セル空間4に弾性粉粒体5が少なくとも5%封入されていれば、弾性粉粒体5間の摩擦及び弾性粉粒体5のヒステリシスの弾性変形による振動エネルギーの吸収が有効に機能する。

【0019】また、請求項6記載の発明は、請求項1乃至5記載の発明において、弾性粉粒体5の平均粒径が100(μm)よりも小さいことを特徴として構成している。

【0020】このような制振パネルでは、弾性粉粒体5の平均粒径が100(μm)よりも小さいため、粒子間の付着力が大きくなり、高周波数帯域における弾性粉粒体5の跳躍現象が少なくなり、弾性粉粒体5間の摩擦による振動エネルギーの熱エネルギーへの変換量が大きくなるため振動エネルギーがより多く吸収される。

【0021】また、請求項7記載の発明は、請求項1乃至6記載の発明において、弾性粉粒体5がゴム材料からなることを特徴として構成している。

【0022】このような制振パネルでは、ゴム材料が弾性を有しヒステリシスの弾性変形性を有しているとともに、安価であるため、容易に製造できる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態の制振パネルを図1乃至図17に基づいて説明する。

【0024】図1は本発明の実施形態の制振パネルを示す断面図である。また、図2は、同上の制振パネルの制振性能を測定するための制振性能計測装置を示す正面図である。

【0025】図1に示すように、この制振パネルは、対向する2枚の板材1、2間の空間部を仕切って複数のセル空間4を形成し、このセル空間4にヒステリシスの弾性変形性を有する弾性粉粒体5を封入して形成されている。

【0026】以下に、同上の制振パネルのパネルカットサンプルであるテストビース梁51を用い、制振性能計測装置によって制振性能を計測する。テストビース梁51は、仕切板3によって均等に仕切られた10個のセル空間4にそれぞれ弾性粉粒体5が封入されている。

【0027】図2に示すように、制振性能計測装置は、

加振器53、FFT54、入力アンプ55、インピーダンスヘッド56及び出力アンプ57から構成されている。テストビース梁51は、その中央部がインピーダンスヘッド56を介して加振器53に固定されて、水平に保持されている。

【0028】このような制振性能計測装置において、まず、信号発生器としてのFFT54が発生するランダム波は、入力アンプ55を経由して増幅され、加振器53に入力される。次に、加振器53は入力信号の大きさに応じた振動を出力し、垂直方向にテストビース梁51をランダム加振する。さらに、テストビース梁51中央部のインピーダンスヘッド56により、テストビース梁51の振動の加速度と力がセンシングされ、出力アンプ57を経由して増幅された後、FFT54へ入力される。そして、FFT54により、イナータンス(加速度/力)やアバレメントマス(力/加速度)といった伝達特性を測定し、制振性能をあらわすパラメータである損失係数を抽出する。この損失係数の値が大きければ、制振性能が高いということになる。

【0029】まず、比較のために、次の(A)、

(B)、(C)の3種類のテストビース梁51を用いて、同上の制振性能計測装置による振動計測を行った。振動加速度レベル $L_a = 20 \log(A/10^{-5})$ を変化させて損失係数を計測した。上式中、Aは加速度値(m/sec^2)を表している。この損失係数はテストビース梁の一次振動モードより導出したものであり、いいかえれば低周波数帯域での制振性能をあらわすものである。

【0030】(A):弾性粉粒体5の代わりに剛性粉粒体6ガラスビーズ、平均粒径 $\phi 300(\mu\text{m})$ を封入した場合

【0031】(B):弾性粉粒体5を封入せず、テストビース梁の裏面に粘弾性シート $t = 1.0(\text{mm})$ を接着した場合

【0032】(C):弾性粉粒体5が未封入の場合
図3は、同上の3種類のテストビース梁51を用いて、同上の制振性能計測装置による振動計測の結果を示し、(a)はグラフ図である。曲線A、B、Cはそれぞれ同上(A)、(B)、(C)のテストビース梁に対応している。また、(b)乃至(d)は、同上グラフ図における同上(A)のテストビース梁51の振動計測結果において、Mode-1、Mode-2、Mode-3の3種類の振動加速度レベルの帯域における剛性粉粒体6の挙動を示す断面図である

【0033】図3(a)に示すように、制振シートを粘着すると、損失係数が約10倍程度向上し、0.05程度となるが、騒音対策に使える十分な性能とはいえない。これが、低周波数帯域で制振性能の劣るという従来制振材料の問題点でもある。

【0034】一方、剛性粉粒体6ガラスビーズ封入の場合

合は、損失係数が0.1を越え、非常に良い性能になる。また、この場合の特徴として、振動加速度レベルに応じて損失係数が変化するという非線形のある制振性能を示す。これは、振動加速度レベルに応じて粉粒体の挙動が変化するためであり、図3(b)乃至(d)に示す3つの挙動モードに大別される。

【0035】まず、Mode-1の振動加速度レベルが120dB($\approx 1G$)以下の比較的小さい場合は、粉粒体は弾性振動の挙動を示し、Mode-2の振動加速度レベルが120dB以上になってくると、小丘を形成するような対流挙動を示し、そして、Mode-3の振動加速度レベルが140dBを越えてくると、粒子の跳躍挙動が生じる。

【0036】この3種類の挙動が、制振性能へどのように影響するのかを以下に説明する。

【0037】まず、粉粒体が弾性振動しているMode-1の状態では、粒子弾性振動による粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換が行われ、振動エネルギーが吸収される。ガラスビーズのような比較的硬い剛性粉粒体6の場合、この状態での性能は悪くなる。次に粉粒体が対流するMode-2の状態では、粒子間衝突による運動エネルギーへの変換、及び粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換が行われ、振動エネルギーの吸収が促進される形となり、制振性能が飛躍的に向上する。さらに、粉粒体が跳躍するMode-3の状態では、粒子間衝突による運動エネルギーへの変換は行われるが、粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換が少なくなり、制振性能が若干低下する。

【0038】図4は、同上の弾性粉粒体5を用いたテストピース梁51について、同上の制振性能計測装置による振動計測結果を示すグラフ図であり、曲線Bに損失係数を示している。弾性粉粒体5として、平均粒径300(μm)のNBRゴムビーズ粉粒体を用いている。また、比較のために、前述の剛性粉粒体6ガラスビーズの計測結果を併せて曲線Aに示す。

【0039】図4に示すように、弾性粉粒体5のほうが剛性粉粒体6に比べて損失係数が大きく、制振性能が向上している。特に、Mode-1の状態での粒子弾性振動による振動エネルギー吸収が著しい。この理由を以下に説明する。

【0040】図5は、同上の弾性粉粒体5のヒステリシスの弾性変形性を示す説明図である。

【0041】図5に示すように、ヒステリシスの弾性変形性を有する弾性粉粒体5は、低弾性体で、粒子変形によるエネルギー損失、ヒステリシス性を有するものであり、荷重に対する粒子変形の特性が、ヒステリシスループにより表されるものである。このヒステリシスループ内面積が粒子変形により吸収・消費されるエネルギー量となる。これは、粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換に加え、粒子弾性変形のヒステリシスによるエネルギー吸収

量が大きくなることによる。

【0042】また、同上のテストピース梁51は、弾性粉粒体5が封入されたセル空間4内に少なくとも2%の空隙部を設けており、弾性粉粒体5の拘束、ロッキングによる制振性能低下の防止している。これは、セル空間4内に100%の弾性粉粒体5を封入すると、弾性粉粒体5の動きが制約され、弾性振動や対流などの運動ができずに制振性能が低下する傾向がためである。

【0043】さらに、弾性粉粒体5が 10^{-5} (N/m)よりも低いヤング率を具備していると、弾性粉粒体5間の摩擦によって振動エネルギーが熱エネルギーへ変換されるとともに、弾性粉粒体5の弾性変形によるヒステリシスのループ内面積がより大きくなり、より多くの振動エネルギーが吸収・消費される。

【0044】図6は、通常の粉粒体のヤング率を測定するための微小圧縮試験装置58を示し、(a)は正面図であり、(b)は図中A部の拡大図である。

【0045】図6に示すように、微小圧縮試験装置58は、粉粒体の粒子一個65を測定テーブル61上に置き、平面圧子62により微小な圧縮荷重を負荷し、微小圧縮変位を測定し、その測定結果をパソコン59に取り込んでグラフ化するものである。

【0046】図7は、同上の微小圧縮試験装置58によって測定された弾性粉粒体5の圧縮変位に対する圧縮力を示すグラフ図であり、図中、曲線Aは粉粒体が剛性粉粒体6の場合、曲線Bは粉粒体が弾性粉粒体5の場合である。剛性粉粒体6として、平均粒径300(μm)のガラスビーズを用い、そのヤング率は 2×10^5 (N/m)である。また、弾性粉粒体5として、平均粒径300(μm)のNBRゴムビーズを用い、そのヤング率は 5×10^2 (N/m)である。

【0047】図7に示すように、曲線Aは非線形性を示す。これは、ヘルツの接触理論など材料力学的に説明が可能である。ここで、剛性粉粒体6の粒子単体のヤング率は、微小変形内の線形性を仮定し、曲線Aの勾配より定義している。

【0048】粉粒体のヤング率を低くすると、曲線(A)から曲線(B)へその特性がシフトし、制振性能が向上する傾向にある。

【0049】この制振性能変化は、粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換に加え、粒子弾性変形のヒステリシスによるエネルギー吸収量が大きくなることによるものである。そして、この効果を有効に作用させるためには、弾性粉粒体5の粒子単体のヤング率が 10^5 (N/m)以下の低弾性体にする必要がある。

【0050】図8は、本発明の実施形態の同上と異なる制振パネルを示す断面図である。

【0051】図8に示すように、この制振パネルは、同上の制振パネルと略同様に、対向する2枚の板材1、2間の空間部を仕切って複数のセル空間4を形成し、この

セル空間4にヒステリシスの弾性変形性を有する弾性粉粒体5を封入している。異なる点は、セル空間4に剛性粉粒体6を混入していることである。

【0052】図9は、同上の制振パネルにおける制振性能を示すグラフ図であり、曲線Bがその損失特性を示している。この制振パネルは、平均粒径300(μm)の剛性粉粒体6ガラスビーズに平均粒径300(μm)のNBRゴムビーズを10%混入したものである。また、比較例として、セル空間4に平均粒径300(μm)の剛性粉粒体6ガラスビーズのみを封入した場合の損失特性を曲線Aに併記している。図9に示すように、120($\approx 1\text{G}$)以下の低振動加速度レベルにおいて、ガラスビーズ単体のものに比べ、ガラスビーズにNBRゴムビーズを混入したものの方が制振性能が向上している。

【0053】これは、弾性粉粒体5であるNBRゴムビーズが加えられることにより、それがクッションとして作用し、高剛性、高比重の粉粒体であるガラスビーズの運動範囲を広げ、粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換による振動エネルギー吸収量が向上したことによるものである。なお、セル空間4に弾性粉粒体5が少なくとも5%封入されていることが望ましい。

【0054】図10は、本発明の実施形態の同上と異なる制振パネルを示す断面図である。図10に示すように、この制振パネルは、同上の制振パネルと略同様に、対向する2枚の板材1、2間の空間部を仕切って複数のセル空間4を形成し、セル空間4に剛性粉粒体6及び弾性粉粒体5を混在させて封入している。異なる点は、弾性粉粒体5の平均粒径が100(μm)よりも小さいことである。

【0055】図11は、同上の制振パネルにおける制振性能を示すグラフ図であり、曲線Cがその損失特性を示している。この制振パネルは、平均粒径300(μm)のガラスビーズに平均粒径100(μm)のNBRゴムビーズを混入したものである。また、比較例として、セル空間4に平均粒径300(μm)の剛性粉粒体6ガラスビーズのみを封入した場合の損失特性を曲線Aに示し、平均粒径(300 μm)のガラスビーズに平均粒径300(μm)のNBRゴムビーズを混入した場合の損失特性を曲線Bに示している。

【0056】図11に示すように、混入するNBRゴムビーズの平均粒径を小さくすることにより、より制振性能が向上している。そして、特に高振動加速度レベルにおける制振性能低下が抑えられている。

【0057】これは、NBRゴムビーズの平均粒子径が100(μm)以下になると粒子間の付着力の影響が顕在化し、高振動加速度レベルにみられるMode-3の跳躍現象が少なくなり、粒子間摩擦による熱エネルギーへの変換による振動エネルギー吸収が作用することによる。

【0058】また、上述の図1乃至図11に示す制振パネルにおいて使用される弾性粉粒体5として、ニトリル

ゴム(NBR)、スチレン-ブタジエンゴム(SBR)に代表される合成ゴム、天然ゴム(NR)、あるいは再生ゴムなどの粉末化されたゴム材料などを挙げるができる。

【0059】この粉末状のゴム材料は、低弾性体で、粒子変形によるエネルギー損失、ヒステリシス性を有しており、その材料対象としては、イソプレンゴム(IIR)、スチレン-ブタジエンゴム(SBR)、ブタジエンゴム(BR)、エチレン-プロピレンゴム(EPM、EPDM)、ブチルゴム(IIR)、クロロプレンゴム(CR)、ニトリルゴム(NBR)、アクリルゴム(ACM)、エピクロルヒドリンゴム(CO、ECO)、塩素化ポリエチレン(CM)、クロロスルホン化ポリエチレン(CSM)などの合成ゴム、また、天然ゴム(NR)、そしてリサイクル利用の再生ゴムがあげられる。

【0060】以下に上記の制振パネルの具体例について説明する。

【0061】図12は、図1に示す制振パネルの具体例を示す斜視図である。

【0062】図12に示すように、この制振パネルは、広さ300(mm)×300(mm)、板厚 $t=1.2$ (mm)のアルミ製の板材11と、広さ300(mm)×300(mm)、板厚 $t=0.6$ (mm)のアルミ製の板材12との間に、高さ20(mm)の1/4インチサイズのアルミ製ハニカム13をはさみ、そのハニカム13を仕切板3としてセル空間4にかさ密度542(kg/m^3)、平均粒径300(μm)のNBR粉末粒子を、自由落下による自然充填により、高さ5(mm)、面重量2.71(kg/m^2)に充填し、接着したハニカムサンドイッチ構造を有している。なお、板材1、2やハニカムとして、アルミニウム以外の金属、木質材料などを用いることもできる。

【0063】図13は、同上の制振パネルの制振性能を測定するための制振性能計測装置の要部を示す正面図である。

【0064】この制振性能計測装置は、加振器67にインピーダンスヘッド68を介して、制振パネル66中央部に固定し、垂直方向にランダム加振する。このときのインピーダンスヘッドよりセンシングされる伝達関数イナータンス(加速度/力)を計測し、制振性能を評価する。また、ランダム加振の加振力はパネル条件変化に対して、一定になるように調整されている。

【0065】図14は、同上の制振パネルの制振性能の測定結果を示すグラフ図であり、曲線Bにその伝達関数イナータンスを示す。また、比較例として、制振パネル66のセル空間4に弾性粉粒体5を封入しない場合の伝達関数イナータンスを曲線Aに併記する。

【0066】図14に示すように、曲線Bでは、伝達関数は共振及び反共振による曲線のピークとディップが滑らかになっており、制振効果が明確になっている。

【0067】また、図15、16は、同条件におけるパネル中心から300mm遠方の位置における狭帯域と1/3Bandでの騒音レベルを示すグラフ図である。

【0068】図15、16に示すように、制振性能の向上に伴い、騒音レベルの低減が明らかにみられる。

【0069】また、図17は、同上の制振パネルと異なる制振パネルにおける制振性能の測定結果を示すグラフ図であり、曲線Bにその伝達関数イナータンスを示す。また、比較例として、制振パネル66のセル空間4に弾性粉粒体5を封入しない場合の伝達関数イナータンスを曲線Aに併記する。

【0070】この制振パネルは、封入する弾性粉粒体5として、かさ密度1600(kg/m³)、平均粒径300(μm)のガラスビーズに、かさ密度341(kg/m³)、平均粒径50(μm)のNBRゴム粉末を10%混入させ、高さ5(mm)に充填している。

【0071】図17に示すように、伝達関数イナータンスは共振及び反共振による曲線のピークとディップが滑らかになる制振効果が明確になっている。

【0072】

【発明の効果】請求項1記載の発明では、周波数帯域の相異によって弾性粉粒体の挙動が変化する。つまり、低周波数帯域においては、ガラスビーズのような比較的硬い粒子よりも弾性粉粒体のほうが、弾性振動による弾性粉粒体間の摩擦によって、振動エネルギーが熱エネルギーへ変換され、制振パネルの振動が吸収される。また、中周波数帯域においては、弾性粉粒体が対流するため、弾性粉粒体間の摩擦に加えて、弾性粉粒体間の衝突によって振動エネルギーが運動エネルギーへ変換され、振動エネルギーの吸収が促進される。さらに、高周波数帯域においては、粉粒体が跳躍するため、弾性粉粒体間の衝突によって振動エネルギーが運動エネルギーへ変換され、振動エネルギーの吸収が促進される。したがって、低周波数帯域を含む幅広い周波数帯域において、制振・吸音の効果が高い。

【0073】また、弾性粉粒体は、ヒステリシスの弾性変形性を有するため、弾性粉粒体の弾性変形によって、ヒステリシスのループ内面積に相当する吸収量で振動エネルギーが吸収・消費される。したがって、低周波数帯域を含む、ブロードな周波数帯域での振動吸収・制振を行うことができる。

【0074】また、請求項2記載の発明では、セル空間4内の少なくとも2%の空隙部によって弾性粉粒体が拘束されずに弾性振動や対流などの運動ができるため、弾性粉粒体間の摩擦や衝突によって振動エネルギーが熱エネルギーや運動エネルギーへ変換され、振動エネルギーが吸収される。

【0075】また、請求項3記載の発明では、弾性粉粒体のヤング率が10⁻⁵(N/m)よりも低いいため、弾性粉粒体間の摩擦によって振動エネルギーが熱エネルギーへ変

換されるとともに、弾性粉粒体5の弾性変形によヒステリシスのループ内面積がより大きくなり、より多くの振動エネルギーが吸収・消費される。

【0076】また、請求項4記載の発明では、セル空間に剛性粉粒体を混入させても、弾性粉粒体間の摩擦及び弾性粉粒体のヒステリシスの弾性変形によって振動エネルギーが吸収される。

【0077】また、請求項5記載の発明では、セル空間に弾性粉粒体が少なくとも5%封入されていれば、弾性粉粒体間の摩擦及び弾性粉粒体のヒステリシスの弾性変形による振動エネルギーの吸収が有効に機能する。

【0078】また、請求項6記載の発明では、弾性粉粒体の平均粒子径が100(μm)よりも小さいため、粒子間の付着力が大きくなり、高周波数帯域における弾性粉粒体5の跳躍現象が少なくなり、弾性粉粒体間の摩擦による振動エネルギーの熱エネルギーへの変換量が大きくなるため振動エネルギーがより多く吸収される。

【0079】また、請求項7記載の発明では、ゴム材料が弾性を有しヒステリシスの弾性変形性を有しているとともに、安価であるため、容易に製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の制振パネルを示す断面図である。

【図2】同上の制振パネルの制振性能を測定するための制振性能計測装置を示す正面図である。

【図3】同上の3種類のテストピース梁を用いて、同上の制振性能計測装置による振動計測の結果を示し、

(a)はグラフ図である。

【図4】同上の弾性粉粒体を用いたテストピース梁について、同上の制振性能計測装置による振動計測結果を示すグラフ図である。

【図5】同上の弾性粉粒体5のヒステリシスの弾性変形性を示す説明図である。

【図6】通常の粉粒体のヤング率を測定するための微小圧縮試験装置を示し、(a)は正面図であり、(b)は図中A部の拡大図である。

【図7】同上の微小圧縮試験装置によって測定された弾性粉粒体の圧縮変位に対する圧縮力を示すグラフ図である。

【図8】本発明の実施形態の同上と異なる制振パネルを示す断面図である。

【図9】同上の制振パネルにおける制振性能を示すグラフ図である。

【図10】本発明の実施形態の同上と異なる制振パネルを示す断面図である。

【図11】同上の制振パネルにおける制振性能を示すグラフ図である。

【図12】図1に示す制振パネルの具体例を示す斜視図である。

【図13】同上の制振パネルの制振性能を測定するため

の制振性能計測装置の要部を示す正面図である。

【図14】同上の制振パネルの制振性能の測定結果を示すグラフ図である。

【図15】同上の制振パネルにおいて、パネル中心から300mm遠方の位置での狭帯域における騒音レベルを示すグラフ図である。

【図16】同上の制振パネルにおいて、パネル中心から300mm遠方の位置での1/3Bandにおける騒音レベルを示すグラフ図である。

【図17】同上の制振パネルと異なる制振パネルにおける制振性能の測定結果を示すグラフ図である。

【図18】従来の制振パネルの制振原理を示す説明図である。

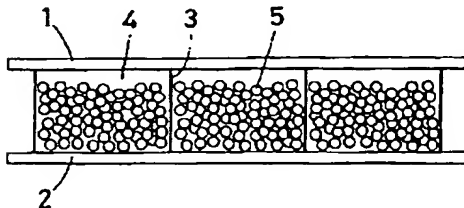
【図19】従来の同上と異なる制振パネルの制振原理を示す説明図である。

【符号の説明】

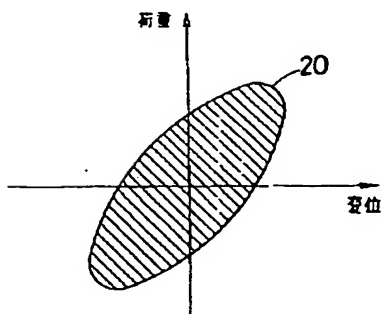
- 1 上面板材
- 2 下面板材
- 3 仕切板
- 4 セル空間
- 5 弾性粉粒体
- 6 剛性粉粒体
- 11 アルミ製パネル上板
- 12 アルミ製パネル下板
- 13 アルミ製ハニカム

- 14 弾性粉粒体
- 20 ヒステリシスループ
- 31 基材
- 32 粘弾性材料
- 33 拘束材
- 34 繊維型吸音材
- 35 発泡型吸音材
- 51 テストピース梁材
- 52 粉粒体
- 53 加振器
- 54 フーリエ・スペクトル分析器
- 55 加振器アンプ
- 56 インピーダンスヘッド
- 57 力、加速度変換器アンプ
- 58 微小荷重試験機
- 59 モニタ(パソコン)
- 60 プリンタ
- 61 測定テーブル
- 62 平面圧子
- 63 対物レンズ
- 64 接眼レンズ
- 65 粉粒体試料
- 66 試験パネル
- 67 加振器
- 68 インピーダンスヘッド

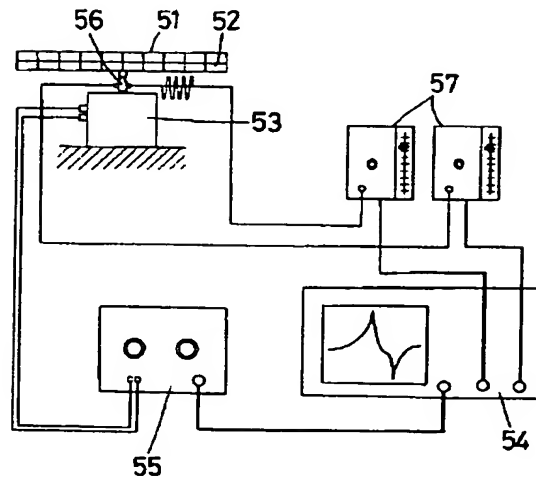
【図1】



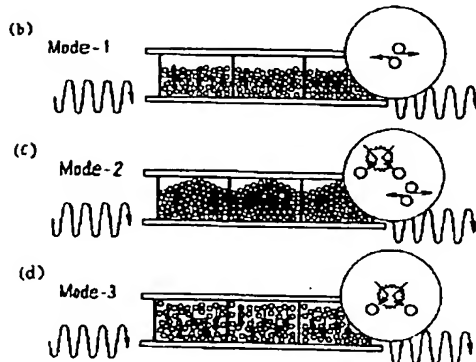
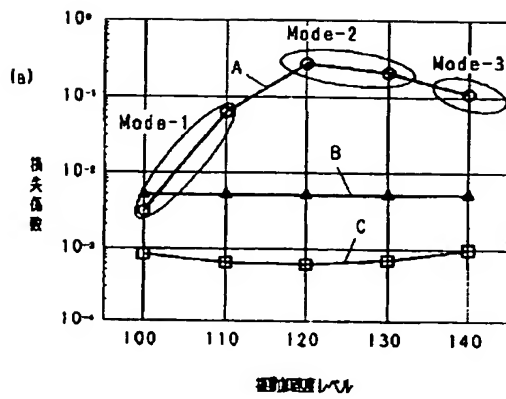
【図4】



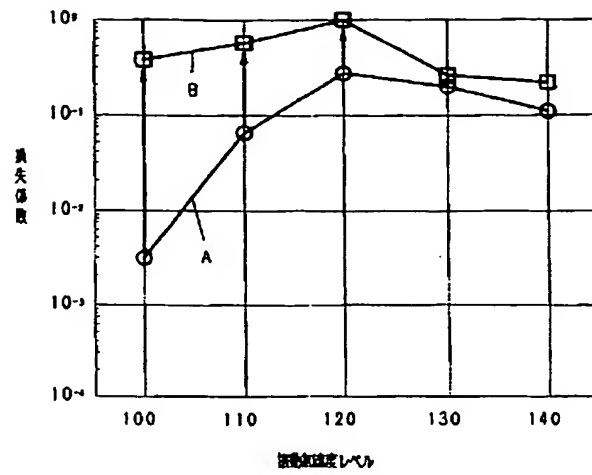
【図2】



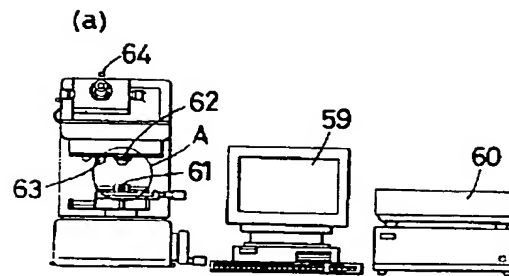
【図3】



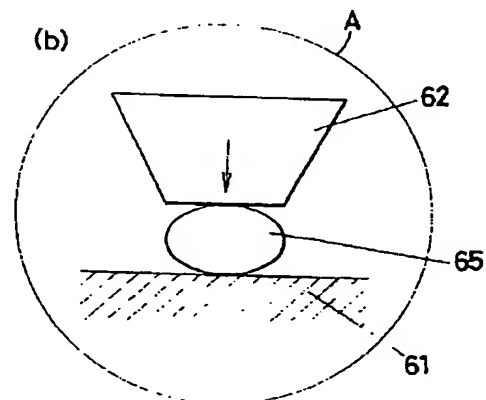
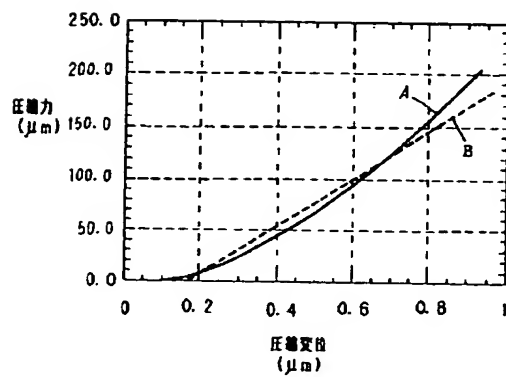
【図5】



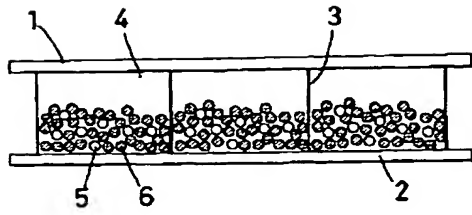
【図6】



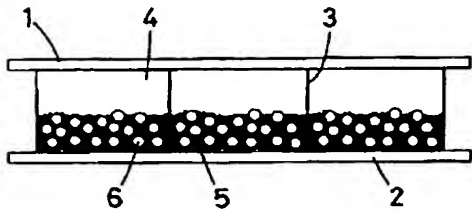
【図7】



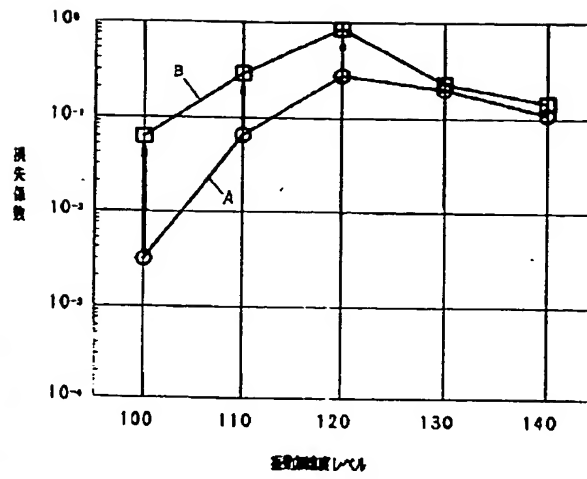
【図8】



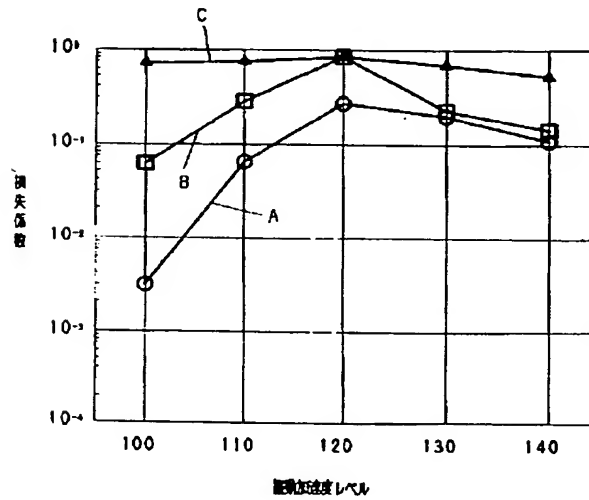
【図10】



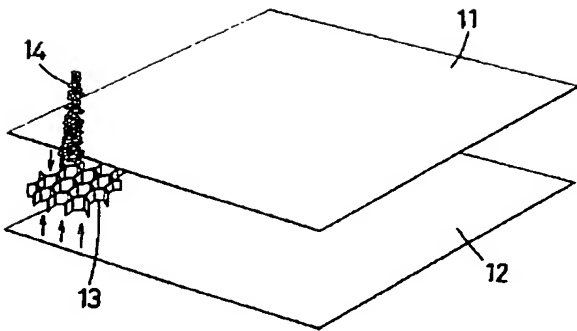
【図9】



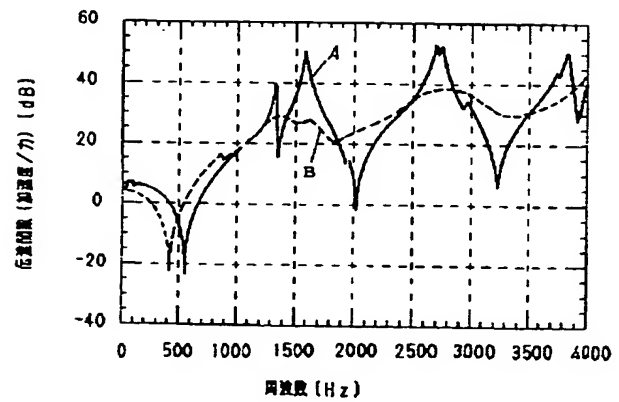
【図11】



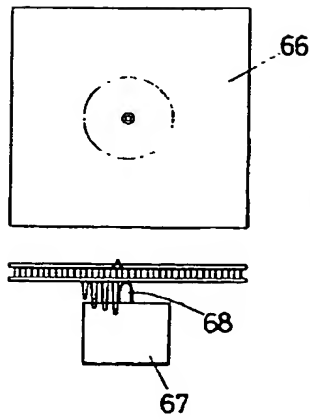
【図12】



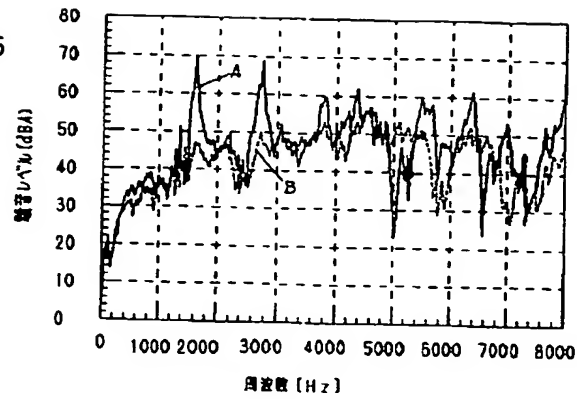
【図14】



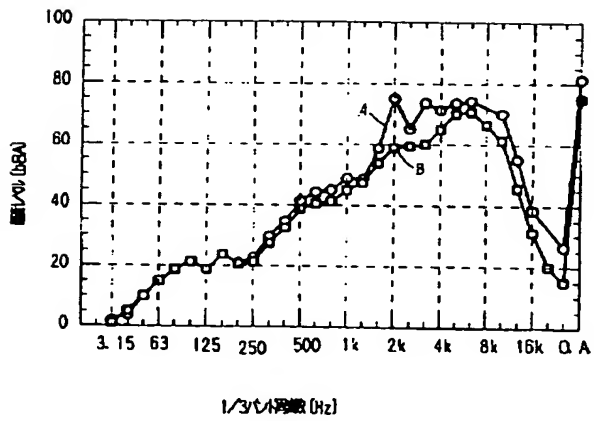
【図13】



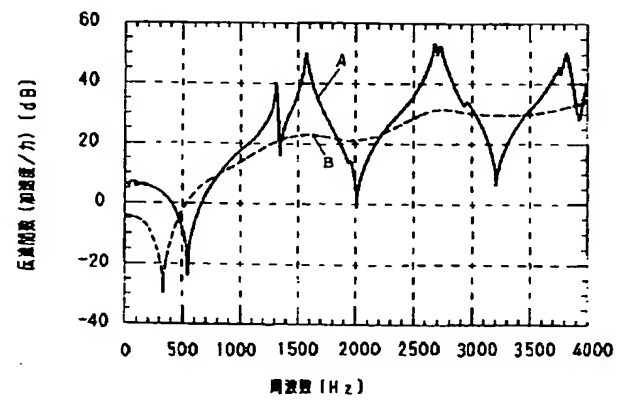
【図15】



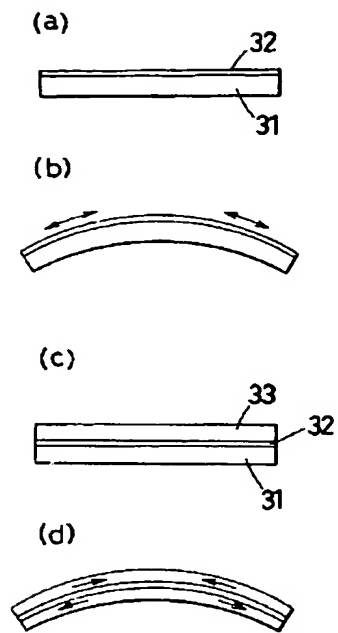
【図16】



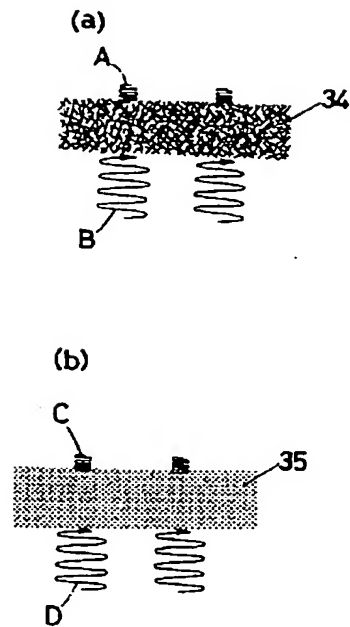
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 柳田 剛
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株
式会社内